

## **Pengaruh aplikasi *Trichoderma harzianum* terhadap pengendalian jamur *Fusarium oxysporum* pada tanaman bayam brazil (*Alternanthera sissoo*)**

### ***The Effect of Trichoderma Harzianum Application on Control of Fusarium Oxysporum Fungus on Brazilian Spinach Plants (Alternanthera sissoo)***

**Muhamad Maulana<sup>1</sup>, Aulia Rahmawati<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen

Jl. Kutoarjo Km. 5, Jatisari, Kebumen, Jawa Tengah 54317, Indonesia

\*Corresponding author : auliarahmawati@umnu.ac.id

#### **ABSTRACT**

*Trichoderma* sp. is one of the biological control agents that can be used to manage soil-borne pathogens, including *Fusarium* sp. This study aimed to determine the effect of *Trichoderma* sp. on the growth, yield, and effectiveness in controlling fusarium wilt in Brazilian spinach (*Alternanthera sissoo*). The experiment used a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and six replications. The study was conducted in the Paranet Screen House, Sidobunder Village, Puring Subdistrict, Kebumen Regency. The treatments consisted of *Trichoderma* sp. doses of 0 g/plant (control), 10 g/plant, 20 g/plant, and 30 g/plant. Data were analyzed using analysis of variance followed by an Honest Significant Difference (HSD) test at the 0.05 significance level. The results indicated no occurrence of fusarium wilt in plants treated with any dose of *Trichoderma* sp. or in the control treatment. This was presumed to be due to environmental conditions that were unfavorable for the growth of *Fusarium* sp. A dose of 10 g/plant of *Trichoderma* sp. resulted in optimal growth and yield for Brazilian spinach (*Alternanthera sissoo*).

**Keywords:** biological control agent, Brazilian spinach, *Fusarium*, pathogen

#### **PENDAHULUAN**

Bayam Brazil (*Alternanthera sissoo*) merupakan tanaman sayuran yang semakin populer di Indonesia karena kandungan gizinya yang tinggi dan kemampuannya tumbuh dengan baik di berbagai kondisi lingkungan. Namun, produksi tanaman ini sering terhambat oleh serangan penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur patogen *Fusarium oxysporum*. Penyakit ini menyerang sistem perakaran tanaman, menyebabkan gejala layu, nekrosis, dan akhirnya kematian tanaman, yang berdampak signifikan pada hasil panen (Han *et al.* 2024).

Penggunaan fungisida kimia sintetis untuk mengendalikan *F. oxysporum* telah menimbulkan kekhawatiran terkait dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, serta potensi perkembangan resistensi patogen terhadap fungisida tersebut. Sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan, pendekatan pengendalian hayati menggunakan agen antagonis seperti *Trichoderma harzianum* telah mendapatkan perhatian. *T. harzianum* adalah jamur saprofitik yang dikenal efektif dalam menghambat pertumbuhan berbagai jamur patogen melalui mekanisme seperti kompetisi ruang dan nutrisi, mikoparasitisme, serta produksi senyawa metabolit sekunder yang bersifat antifungal (Tyśkiewicz *et al.* 2022).

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa aplikasi *T. harzianum* dapat secara signifikan menekan pertumbuhan *F. oxysporum* pada berbagai tanaman. Misalnya, studi oleh Sutarman (2018) menunjukkan bahwa inokulasi *T. harzianum* mampu menekan luas luka batang hingga 81% dan mengurangi intensitas serangan penyakit pada tanaman cabai merah. Demikian pula, penelitian dari Rahmawati (2023) pada uji efektivitas penggunaan *Trichoderma harzianum* untuk pengendalian penyakit layu pada tanaman bawang merah menunjukkan bahwa memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter pengamatan jumlah daun serta intensitas serangan penyakit sedangkan tidak berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah umbi, dan diameter umbi. Selain itu, sebuah studi oleh Wijaya *et al.* (2020) mengamati bahwa penggunaan *T. harzianum* dalam sistem tanam tomat meningkatkan efikasi pengendalian penyakit hingga 76% dan memperbaiki hasil panen sebesar 30%. Penelitian lainnya oleh Kusuma *et al.* (2021) pada tanaman pisang menunjukkan bahwa aplikasi *T. harzianum* menurunkan tingkat infeksi *F. oxysporum* sebesar 86% secara *in vitro* dan secara signifikan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit layu fusarium. Studi *in vivo* pada mentimun oleh Hartono (2019) juga mencatat penurunan intensitas penyakit hingga 67% dan peningkatan aktivitas enzim antioksidan seperti peroksidase (POD) dan katalase (CAT), yang berperan penting dalam meningkatkan ketahanan sistemik tanaman terhadap serangan patogen.

Meskipun efektivitas *T. harzianum* telah banyak diteliti pada berbagai tanaman, informasi mengenai pengaruhnya terhadap pengendalian *F. oxysporum* pada bayam Brazil masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi *T. harzianum* dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman bayam Brazil, dengan harapan dapat memberikan alternatif pengendalian yang efektif dan berkelanjutan bagi petani.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu berbagai konsentrasi *Trichoderma harzianum* pada media tanam. Dalam perlakuan ini ditetapkan 4 taraf perlakuan dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 6 kali, sehingga terdapat 24 satuan percobaan. Setiap masing – masing satuan percobaan terdiri dari 20 tanaman, dengan 3 sampel tanaman yang diamati. Jadi total keseluruhan tanaman penelitian sebanyak 480 polybag. Adapun perlakuan yang diujikan antara lain :

T0: Kontrol (Tanpa diberi *Trichoderma harzianum*)

T1: Pemberian *Trichoderma harzianum* dengan dosis 10 gr/polybag

T2: Pemberian *Trichoderma harzianum* dengan dosis 20 gr/polybag

T3: Pemberian *Trichoderma harzianum* dengan dosis 30 gr/polybag

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Bulan April sampai Mei tahun 2025. Penelitian dilakukan di Desa Sidobunder, Kecamatan Puring, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia.

### Variabel Pengamatan

Pengamatan dalam penelitian ini mencakup tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah tunas, luas daun, berat segar dan berat kering tanaman, intensitas serangan, serta persentase serangan penyakit pada tanaman Bayam Brazil. Data tinggi tanaman diperoleh dengan mengukur tanaman dari permukaan tanah hingga pucuk daun tertinggi menggunakan penggaris setiap minggu selama 1-5 minggu. Pengukuran dilakukan pada tiga sampel tanaman di setiap plot.

Jumlah daun dihitung berdasarkan daun yang telah berkembang sempurna (tidak termasuk daun muda) dalam satuan helai, dilakukan setiap minggu selama 1-5 minggu. Jumlah

tunas dihitung berdasarkan tunas yang muncul pada tanaman, dengan pengamatan dilakukan pada usia 1-5 minggu.

Luas daun dihitung dengan mengambil sampel tiga daun per tanaman yang diukur menggunakan rumus  $LD = wR/Wt LK$  dan ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram. Berat segar tanaman diperoleh dengan mencabut tanaman secara utuh, membersihkan akarnya dari tanah, kemudian menimbanginya menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram. Berat kering tanaman (tanpa akar) diperoleh dengan menjemur tanaman di bawah sinar matahari selama 12 jam sehari selama 4 hari, lalu ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram.

Pengamatan intensitas serangan dilakukan dengan mencatat jumlah tanaman yang terserang di setiap polybag menggunakan rumus  $I = \sum(n \times v) / (Z \times N) \times 100\%$ . Sementara itu, persentase serangan dihitung dengan rumus  $P = a / (a + b) \times 100\%$  pada tanaman yang menunjukkan gejala serangan *Fusarium oxysporum*, dengan pengamatan dilakukan pada usia 5 minggu. Pengamatan terhadap persentase serangan penyakit layu fusarium tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) pada perlakuan pengendalian dengan *Trichoderma* sp. dilakukan sebanyak 1 kali dengan 4 perlakuan dan 6 ulangan pertanaman sejak bibit ditanam dengan interval 7 hari, yaitu dengan cara menghitung besar kerusakan yang ditimbulkan pada pangkal batang tanaman dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan dan dinyatakan dalam satuan persen kemudian diambil rata ratanya.

### Teknis Analisis Data

Hasil pengamatan selanjutnya dianalisis secara statistik berdasar rancangan penelitian yang digunakan menggunakan aplikasi software *Statistical Package For Social Sciences* (SPSS) dengan uji ANOVA selanjutnya apabila diperoleh beda nyata berdasarkan nilai F hitung lebih besar dibanding F (0,05) pada analisis variannya, maka dilakukan uji Bnj pada level 0,05.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman bayam brazil dilakukan pada umur 1 – 5 MST. Berdasarkan analisis yang dilakukan menunjukkan perlakuan pemberian dosis *Trichoderma harzianum* untuk mengetahui pengaruh pemberian *Trichoderma harzianum* terhadap pengendalian jamur *Fusarium oxysporum* pada tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*). Berdasarkan uji lanjut tinggi tanaman pada umur 1 MST sampai 2 MST menunjukkan berbeda nyata sedangkan pada 4 MST sampai 5 MST menunjukkan perlakuan yang tidak berbeda nyata. Data tinggi tanaman terendah pada saat 2 MST adalah perlakuan dengan pemberian *Trichoderma harzianum* 30 g (T3) yaitu (5,43 cm) sedangkan pada umur 3 sampai 5 MST tinggi tanaman terendah dengan perlakuan pemberian *Trichoderma harzianum* 0 g (T0).

Tabel. 1 Pengaruh dosis *Trichoderma* sp. terhadap tinggi tanaman tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*).

Perlakuan	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
T0	6,00 a	6,86b	8,76b	14,41a	15,78a
T1	6,10 a	7,23b	8,91b	11,13a	14,33a
T2	5,72 a	6,72b	8,46b	10,54a	15,66a
T3	5,53 a	5,43a	6,55a	9,12a	13,18a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut bnj taraf 5%

### Pengaruh Pemberian *Trichoderma* Sp Terhadap Jumlah Daun

*Trichoderma* sp. memberikan pengaruh terhadap jumlah daun tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) pada setiap perlakuan pada umur 1 sampai 5 MST yang tersaji pada tabel Terjadinya perbedaan pertumbuhan vegetatif tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) pada masing-masing perlakuan *Trichoderma* sp. kemungkinan disebabkan oleh ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*). Jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan T1 sebanyak 86,75 helai daun pada 5 MST dan berbeda nyata dengan perlakuan T3, T2, dan T1 jumlah daun terendah yaitu pada perlakuan T3 (kontrol) dengan jumlah daun 1,03 helai pada 1 MST dan 10,70 helai pada 3 MST. Novita *et al.* (2021) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. selain berperan sebagai pemicu pertumbuhan tanaman, *Trichoderma* juga dapat berperan dalam menguraikan unsur hara seperti N dan P yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman. Menurut Sepwanti *et al.* (2016) nitrogen dibutuhkan tanaman untuk merangsang pertumbuhan dan memberikan warna hijau pada daun, cendawan *Trichoderma* sp. dapat memecah bahan organik yang terdapat dalam senyawa kompleks sehingga nitrogen dapat tersedia bagi tanaman. Susilawati *et al.* (2017) menyatakan bahwa pertumbuhan vegetatif tanaman berjalan optimal apabila nitrogen yang berfungsi dalam membantu pertumbuhan tanaman seperti pembentukan tunas baru dan daun baru yang dibutuhkan tanaman dapat tersedia dan dapat diserap oleh tanaman.

Tabel. 2 Pengaruh dosis *Trichoderma* sp. terhadap jumlah daun tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*)

Perlakuan	1 MST	2 MST	3MST	4MST	5MST
T0	2,51b	15,40c	19,23b	47,56b	85,58b
T1	3,15b	10,41b	16,41ab	43,08b	86,75b
T2	2,38b	7,90ab	14,18ab	37,60ab	67,42ab
T3	1,03a	5,41a	10,70a	22,20a	46,30a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ taraf 5%

### Pengaruh Dosis *Trichoderma* Sp. Terhadap Awal Tunas Muncul Tanaman Bayam Brazil (*Alternanthera Sisso*).

Berdasarkan analisis ragam yang dilakukan menunjukkan perlakuan pemberian dosis *Trichoderma harzianum* memberikan pengaruh tidak nyata pada 1 MST sampai 5 MST, hal tersebut diduga bahwa keadaan lingkungan tidak sesuai bagi pertumbuhan cendawan *Fusarium* sp. Jumlah awal tunas muncul terbanyak terdapat pada perlakuan T1 sebanyak 1,9 tunas awal pada 1 MST dan berbeda nyata dengan perlakuan T3, T2, dan T1 jumlah awal tunas muncul terendah yaitu pada perlakuan T3 (kontrol) dengan jumlah daun 0,767 tunas baru pada 1 MST.

Tabel. 3 Pengaruh dosis *Trichoderma* sp. terhadap awal tunas muncul tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*).

Perlakuan	1 MST	2 MST	3MST	4MST	5MST
T0	1,350ab	1,81a	0,86a	0,63a	0,46a
T1	1,900b	1,40a	2,53a	0,55a	0,25a
T2	1,62b	1,08a	0,36a	0,80a	0,64a
T3	0,76a	0,95a	0,36a	0,43a	0,20a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ taraf 5%

*Trichoderma* sp. Tidak memberikan pengaruh terhadap luas daun, berat segar, berat kering tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*). Pada tanaman, dosis tertentu dari agen biokontrol seperti *Trichoderma* sp. dapat memberikan efek yang serupa, terutama jika dosis tersebut telah melebihi ambang batas efektivitasnya. Dalam kasus ini, dosis *Trichoderma* sp. yang diberikan (T0, T1, T2, T3) mungkin sudah cukup untuk mengoptimalkan respons fisiologis tanaman, sehingga peningkatan dosis lebih lanjut tidak menghasilkan perbedaan nyata. Woo, S. L., & Pepe, O. (2018) selain itu disebabkan juga kondisi lingkungan seperti media tanam, suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya seragam, variabilitas antar perlakuan menjadi rendah. Hal ini dapat menyebabkan nilai rata-rata dari setiap perlakuan berada dalam rentang yang sama, sehingga perbedaan nyata sulit dideteksi oleh uji statistic. Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). Penggunaan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) pada taraf 5% memengaruhi interpretasi hasil. Uji ini dirancang untuk membandingkan rata-rata antar perlakuan, tetapi jika variasi data (error standar) kecil atau rata-rata perlakuan berada dalam jarak yang dekat, uji BNJ mungkin tidak mendeteksi perbedaan meskipun secara numerik ada sedikit perbedaan (Steel, R. G. D., & Torrie, J. H, 1980). Beberapa parameter, seperti berat kering, sering kali kurang responsif terhadap variasi perlakuan dalam waktu pengamatan yang pendek. Hal ini karena berat kering tanaman membutuhkan waktu lebih lama untuk menunjukkan respons terhadap perubahan lingkungan atau perlakuan. (Sharma *et all.* 2022)

#### Luas Daun (Cm<sup>2</sup>), Berat Segar (g), Berat Kering (g)

*Trichoderma* sp. memberikan pengaruh terhadap luas daun tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) pada setiap perlakuan pada umur 5 MST yang tersaji pada table diatas. Terjadinya perbedaan pertumbuhan vegetatif tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) pada masing-masing perlakuan *Trichoderma* sp. kemungkinan disebabkan oleh ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*). Jumlah luas daun terlebar terdapat pada perlakuan T3 sebanyak 13,12cm<sup>2</sup> pada 5 MST dan berbeda nyata dengan perlakuan T2, T1, dan T0 luas daun terendah yaitu pada perlakuan T0 (kontrol) dengan jumlah daun 11,69cm<sup>2</sup> pada umur 5 MST.

Tabel 4. Pengaruh pemberian *Trichoderma* sp pada luas daun, berat segar, dan berat kering.

Perlakuan	Luas daun (cm <sup>2</sup> )	Berat segar (g)	Berat kering (g)
T0	11,69a	40,58b	4,64a
T1	11,78a	20,13a	4,20a
T2	12,82a	35,24ab	3,80a
T3	13,12a	42,40b	4,92a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ taraf 5%.

Pemberian *Trichoderma* sp memberikan pengaruh terhadap berat segar tanaman pada tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) pada setiap perlakuan pada umur 5 MST yang tersaji pada table diatas. Terjadinya perbedaan pertumbuhan vegetatif tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) pada masing-masing perlakuan *Trichoderma* sp. kemungkinan disebabkan oleh ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*). Jumlah berat segar tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan T3 sebanyak 42,4 gram pada 5 MST dan berbeda nyata dengan perlakuan T2, T1, dan T0.

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan dosis *Trichoderma* sp. Tidak berbeda nyata terhadap berat kering yang diamati. Berat kering tanaman terbaik terdapat pada perlakuan T3

sebesar 4,925 gram pada panen 5 MST tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yang tersaji dalam Tabel 4. Dalam kasus ini, dosis *Trichoderma sp.* yang diberikan (T0, T1, T2, T3) mungkin sudah cukup untuk mengoptimalkan respons fisiologis tanaman, sehingga peningkatan dosis lebih lanjut tidak menghasilkan perbedaan nyata. Woo, S. L., & Pepe, O. (2018). Menurut Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kondisi lingkungan seperti media tanam, suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya seragam, variabilitas antar perlakuan menjadi rendah. Hal ini dapat menyebabkan nilai rata-rata dari setiap perlakuan berada dalam rentang yang sama, sehingga perbedaan nyata sulit dideteksi oleh uji statistic. Beberapa parameter, seperti berat kering, sering kali kurang responsif terhadap variasi perlakuan dalam waktu pengamatan yang pendek. Hal ini karena berat kering tanaman membutuhkan waktu lebih lama untuk menunjukkan respons terhadap perubahan lingkungan atau perlakuan. (Sharma *et all.* 2022).

### Intensitas serangan

Pengamatan terhadap intensitas serangan penyakit layu *Fusarium* tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) pada perlakuan pengendalian dengan *Trichoderma sp.* dilakukan sebanyak 1 kali dengan 4 perlakuan dan 6 ulangan pertanaman sejak bibit ditanam dengan interval 7 hari, yaitu dengan cara menghitung besar kerusakan yang ditimbulkan pada pangkal batang tanaman dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan dan dinyatakan dalam satuan persen kemudian diambil rata ratanya.

Tabel.5 Pengaruh dosis *Trichoderma sp.* terhadap presentase serangan tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*).

Perlakuan	Rata-rata
T0	43,20a
T1	43,20a
T2	43,20a
T3	43,20a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda tidak nyata menurut uji lanjut BNJ taraf 5%

Tabel.6 Pengaruh dosis *Trichoderma sp.* terhadap intensitas serangan penyakit layu fusarium pada tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*).

Perlakuan	Rata-rata
T0	53,30a
T1	53,30a
T2	53,30a
T3	53,30a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut BNJ taraf 5%

Periode inokulasi penyakit layu *Fusarium* pada tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) yang diberi perlakuan agensia hayati *Trichoderma sp.* menunjukkan beda nyata antar perlakuan dan berdasar perhitungan statistik perlakuan dengan *Trichoderma sp* sebanyak

10gram, 20gram, 30gram tidak berbeda dengan kontrol (tanpa perlakuan *Trichoderma* sp.) tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan dengan *Trichoderma* sp. sebanyak 10 gram, 20 gram, 30 gram dihasilkan angka 43,200a (43,2%) yang artinya terdapat serangan berat pada tanaman bayam brazil (*Alternanthera sisso*) namun dalam pengamatan yang dilakukan tidak ada gejala penyakit layu fusarium hal ini disebabkan populasi spora *Trichoderma* sp per satuan luas lahan masih rendah sehingga spora jamur yang tumbuh menjadi propagul juga rendah, disamping itu jamur memerlukan waktu untuk memperbanyak diri sedang dilahan sudah terdapat propagul jamur *Fusarium oxysporum* yang menjadi kompetitor dirhizosfer, yang pada akhirnya *Trichoderma* memerlukan waktu relatif lama untuk menekan perkembangan jamur *Fusarium oxysporum* (Ningsih *et al.* 2016)

### KESIMPULAN

Dosis *Trichoderma* sp. 10 gram, 20 gram, 30 gram tidak memberikan pengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Tidak terdapat kejadian serangan atau gejala serangan penyakit layu fusarium di lapangan baik pada perlakuan *Trichoderma* sp. Implikasi dari penelitian ini adalah *Trichoderma* sp. memiliki potensi untuk digunakan sebagai pengendali hayati dalam sistem pertanian. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan *Fusarium* sp. dapat membantu mengurangi serangan penyakit.

### KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam pelaksanaan maupun dalam penyusunan artikel ilmiah ini. Seluruh kegiatan penelitian dilakukan secara independen tanpa adanya pengaruh dari pihak manapun, baik secara finansial, profesional, maupun pribadi yang dapat mempengaruhi hasil dan interpretasi data.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada Owner Karangfarm atas izin, bantuan, dan fasilitas yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan penghargaan dan terimakasih kepada dosen pembimbing tugas akhir ibu Aulia Rahmawati, M.P., C.Ed yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berarti dalam penyusunan dan penyelesaian jurnal ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Han Y, Sun T, Tang Y, Yang M, Gao W, Wang L, Sui C. 2024. Root rot in medicinal plants: a review of extensive research progress. *Front Plant Sci.* 15(February):1–20. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1504370>
- Ningsih H, Utami SH, Dwi L. 2016. Kajian Antagonis *Trichoderma* Spp . terhadap *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu pada Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Secara In Vitro. *Proceeding Biol Educ Conf.* 13(1):814–817.
- Novita N, Firmansyah E, Isnaeni S. 2021. Keefektifan *Trichoderma* sp. dalam Mengendalikan Layu *Fusarium* pada Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *AGROSCRIPT J Appl Agric Sci.* 3(1):19–30. <https://doi.org/10.36423/agroscript.v3i1.621>
- Rahmawati I. 2023. Efektivitas Penggunaan Cendawan Antagonis *Trichoderma Harzianum* Untuk Pengendalian Penyakit Layu Pada Tanaman Bawang Merah. *J Compr Sci.* 2(5):1133–1144. <https://doi.org/10.59188/jcs.v2i5.329>
- Sepwanti C, Rahmawati M, Kesumawati E. 2016. Pengaruh varietas dan dosis kompos yang diperkaya *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *J Kawista ....* 1(1):68–74.

- Sharma B, Yadav L, Pandey M, Shrestha J. 2022. Application of Biofertilizers in crop production: A review. *Peruvian J Agron.* 6(1):13–31. <https://doi.org/10.21704/pja.v6i1.1864>
- Susilawati S, Wijaya, Harwan. 2017. Pengaruh Takaran Pupuk Nitrogen Dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*). *J Agrijati.* 31(3):82–92.
- Sutarman. 2018. Potensi *Trichoderma harzianum* Sebagai Pengendali *Fusarium oxysporum* Penyebab Busuk Pangkal Batang Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*). *Agritech.* 19(2).
- Tyśkiewicz R, Nowak A, Ozimek E, Jaroszuk-ściseł J. 2022. *Trichoderma* : estado actual de su aplicación en la agricultura para el biocontrol de hongos fitopatógenos y la estimulación del crecimiento vegetal. *Rev Int Ciencias Mol [Internet].* 23(4):2329. <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/4/2329/htm%0Ahttps://www.mdpi.com/1422-0067/23/4/2329>